

RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DO ADESIVO POLIURETANO À BASE DE MAMONA: PARÂMETROS DE COLAGEM

José M. Henriques de Jesus, Carlito Calil Jr e Gilberto Orivaldo Chierice

RESUMO: O responsável pelo bom desempenho de estruturas de madeira laminada colada (MLC) é o adesivo. Além de apresentar resistência mecânica compatível com o uso da estrutura, é necessário que tenha boa resistência à ação do intemperismo. No Brasil apenas um adesivo com essas características, um resorcinol-formaldeído produzido por uma multinacional está disponível à indústria da MLC. Dessa forma o estudo do desempenho do adesivo poliuretano à base de mamona, oriundo de recurso natural e renovável, é necessário como uma alternativa ao tradicionalmente empregado. Torna-se importante, então, a determinação dos parâmetros de colagem: viscosidade (medida por meio do tempo decorrido entre a mistura dos componentes do adesivo e a sua aplicação), tempo de pressão e pressão de colagem, a partir do comportamento da madeira colada submetida à tensões de cisalhamento, ação mais crítica para o adesivo. Foram empregadas duas espécies de madeira de reflorestamento, o *Pinus caribea hondurensis* e o *Eucaliptus grandis*, abundantes nas regiões Sul e Sudeste e onde está localizado o parque produtor de MLC. Foram conduzidos ensaios de cisalhamento na linha de cola, de acordo com as recomendações da norma brasileira NBR 7190 “Projeto de Estruturas de Madeiras” com a finalidade de se determinar os parâmetros de colagem através da resistência ao cisalhamento. Os resultados encontrados para os parâmetros de colagem foram: para o *Pinus caribea hondurensis* viscosidade 3 minutos; tempo de pressão 4 horas e pressão de colagem 0,4 MPa e para o *Eucaliptus grandis* viscosidade 0 minutos; tempo de pressão 4 horas e pressão de colagem 0,6 MPa.

Palavras-chave: adesivo de mamona, parâmetros de colagem, madeira laminada colada

SHEAR STRENGTH OF POLYURETHANE ADHESIVE BASED ON CASTOR OIL: GLUING PARAMETERS

ABSTRACT: The adhesives must have both mechanics and humidity resistance. The Brazilian industries of glued laminated timber beams (glulam) have only one adhesive with these characteristics a resorcinol-formaldehyde, made by a multinational company. The study of news alternatives as polyurethane adhesive based on castor oil, made of a natural and renewable resource, not aggressive both to the man and the environment and a Brazilian technology, its necessary. In this research were studied the gluing parameters like: viscosity, time of gluing, gluing pressure and time of cure. In order to determined these parameters were conducted shears tests using two species of wood, *Pinus caribea hondurensis* and *Eucaliptus grandis*. These species are in abundance in South and Southeast, where are located the industries of glulam. The tests followed the Brazilian Code NBR7190/97 “Design of timber Structures”. The results found to gluing parameters were to *Pinus caribea hondurensis*: viscosity V= 3 minutes; time of pressure Tp= 4 hours; gluing pressure P= 0,4 MPa; time of cure Tc= 4 days and to *Eucaliptus grandis*: viscosity V= 0 minutes; time of pressure Tp= 4 hours; gluing pressure P= 0,6 MPa and time of cure Tc= 4 days.

Keywords: glulam, gluing parameters, castor oil adhesive

1 INTRODUÇÃO

A madeira laminada colada (MLC) é uma forma racional de emprego da madeira na construção de estruturas, obtida pela associação de peças, de pequenas dimensões, coladas entre si, de forma que suas fibras fiquem dispostas paralelamente ao comprimento da peça a ser produzida. Esta técnica facilita a construção de grandes estruturas de madeira, com dimensões e formas quaisquer, limitadas, apenas, ao local onde serão fabricadas e ao meio de transporte utilizado. Permite a redução dos defeitos observados em peças de madeira maciça com grandes dimensões, como por exemplo, nós e rachaduras. Para que haja sucesso, o adesivo deve ter resistências mecânica e ao intemperismo compatível com a estrutura a ser produzida. As indústrias de MLC brasileiras têm a sua disposição apenas um tipo de adesivo com essas características, um resorcinol-formaldeído, produzido por uma empresa multinacional. A pesquisa de novos adesivos como o adesivo poliuretano à base de mamona (ARAÚJO, 1992; CLARO NETO, 1997), se coloca como alternativa. Obtido de recurso natural e renovável, não é agressivo ao homem e ao meio ambiente, tem cura a frio e é aplicado sob as condições ambientais. Seu desenvolvimento vem sendo conduzido pelo Grupo de Química Analítica e Tecnologia de Polímeros (GQATP), do Instituto de Química de São Carlos e pelo Laboratório de Madeiras e de Estruturas de Madeiras (LaMEM), da Escola de Engenharia de São Carlos, ambos da Universidade de São Paulo (USP) através de pesquisa em nível de doutorado (HENRIQUES DE JESUS, 2000).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A determinação dos parâmetros de colagem do adesivo poliuretano à base de mamona foi obtida através de avaliação da resistência ao cisalhamento ($f_{gv,0}$) em corpos-de-prova de madeira colados. O cisalhamento é a sollicitação mais crítica para o adesivo e os ensaios foram conduzidos de acordo com a norma brasileira NBR 7190/97 “Projeto de Estruturas de Madeiras” (ABNT, 1997).

Os parâmetros que influenciam o processo de adesão como a pressão de colagem - “P”, medida em MPa, o tempo de pressão - “Tp”, medido em horas, a viscosidade - “V” (tempo transcorrido entre a mistura dos componentes do adesivo e de seu espalhamento sobre a superfície a serem coladas), medida em minutos e o tempo de cura “Tc”, medido em dias, foram determinadas procurando-se os valores mais adequados para que desenvolvessem a maior resistência mecânica.

Para a condução da parte experimental foi realizado um planejamento estatístico do tipo fatorial 3^3 onde o expoente representa o número de variáveis independentes (P, Tp e V) e a base o número de níveis. Todas as variáveis e seus níveis foram combinados três a três e todas as combinações ensaiadas com três repetições, além dos ensaios de corpos-de-prova maciços que auxiliaram como controle.

Os valores adotados para os níveis de cada variável foram: P= 0.4; 0.6 e 0.8 MPa, Tp= 4; 6 e 8 horas e V= 0; 3 e 6 minutos. Os valores medianos dos níveis correspondem àqueles recomendados na literatura para outros adesivos (MANTILLA CARRASCO, 1984, 1989; NEIVA & HELLMEISTER, 1988; STRICKLER, 1967).

Para a condução dos ensaios o tempo de cura (Tc) foi fixado inicialmente em 8 dias. Após a obtenção da melhor combinação dos parâmetros e seus níveis que otimizou a resistência ao